

In Vitro Antagonism Test of *Curvularia* sp. Against *Aspergillus* sp. Using the Dual Culture Method

Dea Cantika*, Nahda Fazira Putri, Pera Santika, Dewanti Suci Rahmawati

Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Sumatera Selatan, Indonesia;

Article History

Received : June 07th, 2026

Revised : September 29th, 2026

Accepted : October 06th, 2026

*Corresponding Author: **Dea Cantika**, Universitas Sriwijaya Indralaya, Sumatera selatan, Indonesia;
Email: deacantika472005@gmail.com

Abstract: Fungal contamination in food products is one of the major problems that can reduce food quality and safety. One of the most common contaminant fungi is *Aspergillus* sp., which is known to produce harmful mycotoxins that may endanger human health. Biological control using antagonistic fungi has become a safer and more environmentally friendly alternative compared to synthetic fungicides. This study aimed to determine the antagonistic ability of *Curvularia* sp. against *Aspergillus* sp. in vitro using the dual culture method. The research was conducted on Potato Dextrose Agar (PDA) media by observing the interaction between both fungal isolates during the incubation period. The observed parameters included radial colony growth, interaction zone formation, and inhibition ability against the target fungus. The results showed that *Curvularia* sp. was able to inhibit the growth of *Aspergillus* sp., indicated by the formation of an interaction zone and suppression of colony growth at the meeting area of both isolates. The antagonistic activity was presumed to occur through competition for space and nutrients, as well as the possible production of antifungal secondary metabolites. In conclusion, *Curvularia* sp. has potential as a biological antagonistic agent against food contaminant fungi. Further studies are recommended to identify the antifungal compounds involved and evaluate their effectiveness under broader environmental conditions.

Keywords: Antagonistic activity; *Aspergillus* sp.; *Curvularia* sp.; Dual culture; in vitro.

Pendahuluan

Kontaminasi jamur pada bahan pangan dan hasil pertanian merupakan salah satu faktor yang dapat menurunkan mutu serta keamanan pangan. Kondisi lingkungan tropis dengan suhu dan kelembaban tinggi mendukung pertumbuhan berbagai jenis jamur kontaminan. Salah satu genus jamur yang sering ditemukan pada bahan pangan adalah *Aspergillus* sp.. Jamur ini banyak mengkontaminasi biji-bijian, roti, kacang-kacangan, dan produk hasil pertanian selama proses penyimpanan. Beberapa spesies *Aspergillus* sp. diketahui mampu menghasilkan aflatoxin yang bersifat toksik, mutagenik, dan karsinogenik bagi manusia maupun hewan (Okechukwu *et al.*, 2024). Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara keamanan pangan yang diharapkan dengan kenyataan di lapangan, karena kontaminasi jamur

masih sering ditemukan pada bahan pangan dan hasil pertanian.

Pengendalian jamur kontaminan umumnya dilakukan menggunakan fungisida sintetis. Namun, penggunaan fungisida secara terus-menerus dapat menyebabkan resistensi mikroorganisme, pencemaran lingkungan, dan residu bahan kimia pada pangan (Cezar *et al.*, 2024). Kondisi tersebut mendorong perlunya pengembangan metode pengendalian alternatif yang efektif dalam menekan pertumbuhan jamur patogen dengan dampak lingkungan yang lebih rendah. Salah satu pendekatan yang dapat dikembangkan adalah pengendalian hayati melalui pemanfaatan mikroorganisme antagonis. Agen hayati dapat menekan perkembangan mikroorganisme patogen melalui berbagai mekanisme, seperti kompetisi dalam memperoleh ruang dan nutrisi, antibiosis, serta produksi senyawa atau enzim yang menghambat

pertumbuhan patogen. Pemanfaatan mikroorganisme antagonis tersebut berpotensi menjadi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan dapat mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan fungisida sintetik (Lahlali *et al.*, 2022; Fenta & Mekonnen, 2024).

Jamur antagonis merupakan mikroorganisme yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan jamur lain melalui berbagai mekanisme, antara lain kompetisi dalam memperoleh ruang dan nutrisi serta produksi metabolit sekunder yang bersifat antifungi. Interaksi tersebut memungkinkan jamur antagonis mendominasi habitat tumbuh dan menekan perkembangan mikroorganisme kompetitor maupun jamur target (Rangel *et al.*, 2021; Rodrigo *et al.*, 2022). Potensi agen pengendali hayati dalam menghambat pertumbuhan jamur mikotoksigenik juga telah dilaporkan pada mikroorganisme yang diisolasi dari jagung, yang menunjukkan kemampuan menekan pertumbuhan jamur target serta mengurangi kontaminasi berbagai mikotoksin (Yazid *et al.*, 2023).

Salah satu genus jamur yang berpotensi menghasilkan senyawa bioaktif dan memiliki aktivitas biologis adalah *Curvularia*. Genus ini termasuk kelompok jamur berpigmen gelap (*dematiaceous fungi*) yang banyak ditemukan pada tanah, bahan organik, sisa tumbuhan, dan berbagai lingkungan yang berasosiasi dengan tanaman. Secara morfologis, *Curvularia* dicirikan oleh konidia berwarna cokelat hingga cokelat tua, bersekat, serta berbentuk lurus hingga melengkung dengan salah satu sel bagian tengah umumnya mengalami pembengkakan yang menyebabkan karakteristik bentuk melengkung pada konidia. Karakteristik tersebut dapat digunakan sebagai dasar identifikasi awal secara morfologis, meskipun identifikasi hingga tingkat spesies perlu didukung oleh analisis molekuler karena adanya kemiripan karakter morfologi antarspesies *Curvularia* (Guo *et al.*, 2025).

Beberapa penelitian melaporkan bahwa *Curvularia sp.* mampu menghasilkan senyawa bioaktif yang memiliki aktivitas antimikroba dan antifungi (Mehta & Meena, 2022). Penelitian oleh Bunbamrung *et al.*, (2018) menunjukkan bahwa metabolit yang dihasilkan *Curvularia sp.* mampu menghambat pertumbuhan *Aspergillus sp.* secara *in vitro*. Hal tersebut menunjukkan bahwa *Curvularia sp.* memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai agen antagonis terhadap jamur kontaminan pangan. Meskipun demikian,

penelitian mengenai kemampuan antagonisme *Curvularia sp.* terhadap *Aspergillus sp.* menggunakan metode kultur ganda (*dual culture*) masih terbatas sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut.

Salah satu metode yang umum digunakan untuk mengetahui aktivitas antagonisme mikroorganisme adalah metode kultur ganda (*dual culture*). Metode ini dilakukan dengan menumbuhkan mikroorganisme antagonis dan mikroorganisme target pada media yang sama sehingga interaksi di antara keduanya dapat diamati secara langsung. Aktivitas antagonisme dapat ditunjukkan melalui adanya penghambatan pertumbuhan koloni dan terbentuknya zona hambat atau zona interaksi selama masa inkubasi (Sakdiyah, 2020).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan antagonisme jamur *Curvularia sp.* terhadap *Aspergillus sp.* secara *in vitro* menggunakan metode kultur ganda (*dual culture*). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi baru mengenai potensi *Curvularia sp.* sebagai agen hayati antagonis dalam mendukung pengembangan pengendalian jamur kontaminan pangan melalui pendekatan yang lebih ramah lingkungan.

Bahan dan Metode

Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Pengujian antagonisme dilakukan menggunakan metode kultur ganda (*dual culture*) untuk mengamati interaksi antara *Curvularia sp.* dan *Aspergillus sp.*

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biologi/FKIP. Waktu penelitian dilakukan selama $\pm$ 21 hari dan 10 hari masa inkubasi dengan pengamatan berkala pada hari ke-1, ke-5, ke-10.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi cawan petri, autoklaf, inkubator, *laminar air flow*, pipet serologi, jarum ose, bunsen, timbangan digital, erlenmeyer, tabung reaksi, rak tabung reaksi, gelas kimia, saringan dan spatula. Bahan yang digunakan adalah media *Potato Dextrose Agar* (PDA), isolat *Curvularia*

sp., isolat *Aspergillus* sp., aquadest steril, alkohol 70%, penutup kapas dan label.

Prosedur Penelitian

Isolasi dan Identifikasi Jamur Patogen (*Aspergillus* sp.)

Sampel roti berjamur diambil secara aseptik kemudian dilakukan pengenceran bertingkat hingga 10^{-6} menggunakan aquades steril. Suspensi hasil pengenceran diinokulasikan pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan diinkubasi pada suhu ruang. Koloni yang tumbuh kemudian dimurnikan hingga diperoleh isolat tunggal. Media PDA digunakan karena sesuai untuk pertumbuhan dan pengamatan morfologi *Aspergillus* yang diisolasi dari produk roti (Burhanuddin *et al.*, 2021).

Identifikasi morfologi dilakukan menggunakan mikroskop cahaya berdasarkan karakteristik hifa dan struktur reproduktif, terutama konidiofor dan konidia. Hasil pengamatan menunjukkan adanya konidiofor dengan kepala konidia berbentuk bulat yang merupakan salah satu karakter morfologi khas genus *Aspergillus*, sehingga isolat diidentifikasi sebagai *Aspergillus* sp.



Gambar 1. Hasil pengamatan mikroskopis isolat *Aspergillus* sp. yang menunjukkan hifa bersekat dan kumpulan konidia khas genus *Aspergillus* sp.

Sumber: Dokumentasi pribadi (2026).

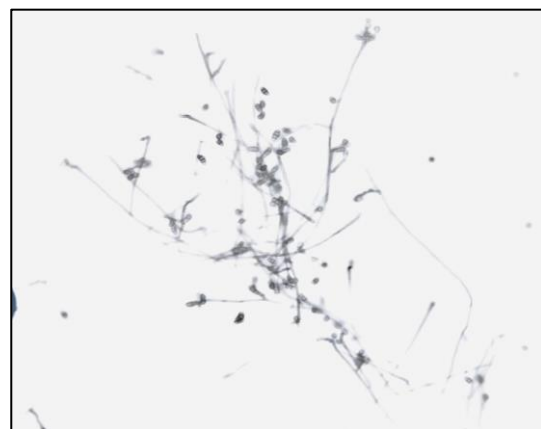
Identifikasi morfologi mengacu pada karakteristik mikroskopis *Aspergillus* yang meliputi bentuk konidia, kepala konidia, vesikel, fialid, metula, dan konidiofor (Douglas *et al.*, 2021). Hal ini juga sesuai dengan penelitian Tjampakasari *et al.* (2024) bahwa *Aspergillus* sp. memiliki hifa bersekat dan bercabang. Pada ujung hifa terdapat konidiofor yang membesar membentuk vesikel. Vesikel memiliki sterigmata tempat tumbuhnya konidia yang tersusun dalam

rantai dan berwarna hijau, cokelat, atau hitam. Konidiofor dapat bersepta maupun tidak, muncul dari sel kaki, dan pada ujungnya terdapat gelembung yang mendukung pembentukan konidia.

Isolasi dan Identifikasi Jamur Antagonis (*Curvularia* sp.)

Sampel tanah diambil dari lingkungan sekitar tanaman kemudian dilakukan pengenceran bertingkat hingga 10^{-5} menggunakan aquades steril. Suspensi hasil pengenceran diinokulasikan pada media PDA dan diinkubasi pada suhu ruang hingga terbentuk koloni jamur. Koloni yang tumbuh dimurnikan hingga diperoleh isolat tunggal. Metode pengenceran bertingkat dan penanaman pada media kultur juga digunakan dalam isolasi mikrofungi dari sampel tanah, termasuk *Curvularia* sp. (Nazri *et al.*, 2020).

Identifikasi dilakukan secara morfologi menggunakan mikroskop cahaya. Hasil pengamatan menunjukkan adanya konidia melengkung, bersekat, dan berwarna kecoklatan yang merupakan ciri khas genus *Curvularia*. Identifikasi morfologi mengacu pada Marin-Felix *et al.* (2020) dan Lu & Qi (2020). Hal ini juga sesuai menurut Andriani *et al.* (2025) bahwa jamur *Curvularia* sp. memiliki konidia bersepta empat, umumnya membengkok pada bagian sel yang paling lebar dan paling coklat.



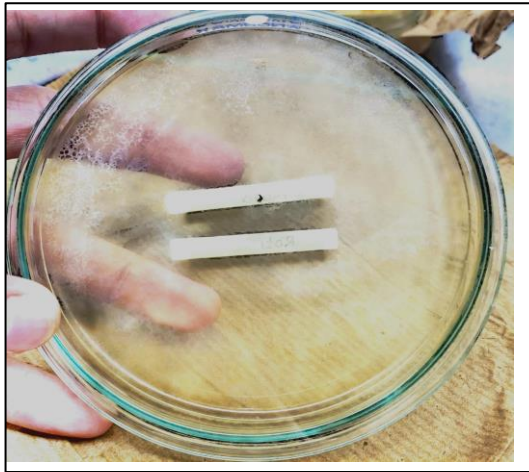
Gambar 2. Hasil pengamatan mikroskopis isolat *Curvularia* sp. yang menunjukkan konidia melengkung dan bersekat sebagai karakteristik genus *Curvularia* sp.

Sumber: Dokumentasi pribadi (2026).

Uji Antagonisme secara In Vitro

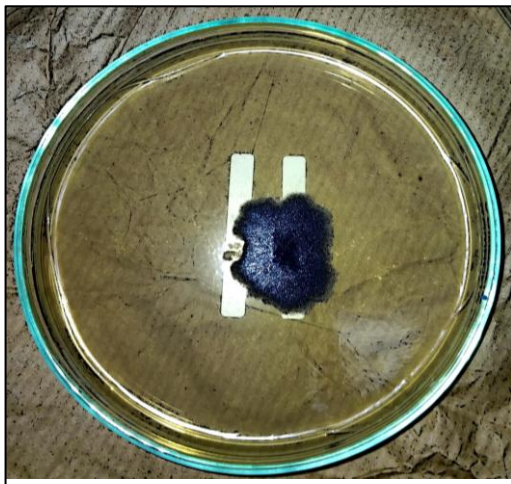
Uji antagonisme dilakukan menggunakan metode kultur ganda (*dual culture*) pada media PDA. Potongan isolat *Curvularia* sp. dan

Aspergillus sp. diinokulasikan pada satu cawan petri dengan jarak ± 1 cm antar inokulum.



Gambar 3. Hasil pengamatan makroskopis isolat *Aspergillus* sp. dan *Curvularia* sp. hari ke-1.
Sumber: Dokumentasi pribadi (2026).

Cawan petri kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 10 hari. Pengamatan dilakukan pada hari ke-1, ke-5, dan ke-10 terhadap pertumbuhan radial koloni, zona interaksi, serta bentuk penghambatan yang terjadi antara kedua jamur.



Gambar 4. Hasil pengamatan makroskopis isolat *Aspergillus* sp. dan *Curvularia* sp. hari ke-5.
Sumber: Dokumentasi pribadi (2026).

Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan dalam penelitian ini meliputi morfologi koloni *Curvularia* sp. dan *Aspergillus* sp., bentuk interaksi antagonistik antara jamur, serta perubahan struktur pertumbuhan jamur target selama masa inkubasi. Pengamatan dilakukan pada hari ke-1, ke-5, dan ke-10 secara makroskopis dan mikroskopis untuk mengetahui keberhasilan aktivitas antagonisme

Curvularia sp. terhadap *Aspergillus* sp. Aktivitas antagonisme diamati berdasarkan terbentuknya zona interaksi, lilitan hifa (*hyphal coiling*), indikasi penetrasi hifa, dan terhambatnya perkembangan koloni jamur target.

Hasil dan Pembahasan

Identifikasi Morfologi Isolat Jamur

Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa isolat jamur target memiliki karakteristik morfologi khas genus *Aspergillus* sp., yaitu adanya konidiofor dengan kumpulan konidia berbentuk bulat pada bagian ujungnya. Karakteristik tersebut sesuai dengan deskripsi morfologi mikroskopis genus *Aspergillus*, yang meliputi konidiofor, vesikel, fialid atau metulae, serta konidia yang tersusun membentuk kepala konidia (Mahata *et al.*, 2022). Sementara itu, isolat jamur antagonis menunjukkan bentuk konidia melengkung dan bersekat yang merupakan ciri khas genus *Curvularia* sp.. Karakteristik tersebut sesuai dengan hasil identifikasi yang dijelaskan oleh Marin-Felix *et al.* (2020) dan Guo *et al.* (2025).

Aktivitas Antagonisme *Curvularia* sp. terhadap *Aspergillus* sp.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa *Curvularia* sp. memiliki kemampuan antagonisme terhadap *Aspergillus* sp. secara in vitro pada media PDA. Aktivitas antagonisme ditunjukkan oleh terhambatnya pertumbuhan koloni *Aspergillus* sp. selama masa inkubasi. Hari pertama inkubasi, kedua isolat mulai menunjukkan pertumbuhan awal pada media PDA.



Gambar 5. Hasil pengamatan makroskopis isolat *Aspergillus* sp. dan *Curvularia* sp. hari ke-10.
Sumber: Dokumentasi pribadi, 2026.

Pengamatan hari ke-5 menunjukkan adanya interaksi antagonistik berupa pembatasan pertumbuhan koloni *Aspergillus* sp. pada daerah pertemuan dengan *Curvularia* sp. Selanjutnya, pada hari ke-10 terlihat bahwa koloni *Aspergillus* sp. tidak mengalami perkembangan lanjutan dan menunjukkan kerusakan struktur pertumbuhan. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa *Curvularia* sp. memiliki kemampuan antagonisme yang kuat terhadap jamur target.

Interaksi Mikroskopis Antar Hifa

Pengamatan mikroskopis menunjukkan adanya interaksi langsung antar hifa berupa lilitan hifa (*hyphal coiling*) *Curvularia* sp. terhadap hifa *Aspergillus* sp. Selain itu, terlihat adanya indikasi penetrasi hifa yang menyebabkan perubahan struktur hifa jamur target. Interaksi tersebut menunjukkan adanya mekanisme mikoparasitisme yang berperan dalam penghambatan pertumbuhan *Aspergillus* sp.



Gambar 6. Interaksi antagonistik antara *Curvularia* sp. dan *Aspergillus* sp. yang menunjukkan indikasi lilitan hifa (*hyphal coiling*) dan penetrasi hifa terhadap jamur target.

Sumber: Dokumentasi pribadi, 2026.

Pembahasan

Aktivitas Antagonisme *Curvularia* sp. terhadap *Aspergillus* sp.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Curvularia* sp. mampu menghambat pertumbuhan *Aspergillus* sp. secara *in vitro* pada media PDA. Aktivitas antagonisme ditunjukkan oleh terhambatnya perkembangan koloni *Aspergillus* sp. selama masa inkubasi hingga terlihat perubahan pada struktur pertumbuhannya pada hari ke-10. Kondisi tersebut menunjukkan adanya interaksi antagonistik yang kuat antara kedua isolat. Hasil ini sejalan dengan penelitian

Fauriah *et al.* (2023) yang menunjukkan bahwa pengujian kultur ganda pada media PDA dapat memperlihatkan kemampuan suatu jamur antagonis dalam menekan pertumbuhan jamur target selama masa inkubasi, yang ditunjukkan melalui perubahan perkembangan dan pola interaksi koloni.

Kemampuan antagonisme *Curvularia* sp. diduga berkaitan dengan kemampuannya dalam berkompetisi terhadap ruang tumbuh dan nutrisi pada media PDA. Pada pengamatan hari ke-5 terlihat adanya pembatasan pertumbuhan koloni *Aspergillus* sp. pada daerah pertemuan kedua isolat. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa pertumbuhan *Curvularia* sp. yang lebih cepat atau lebih dominan dapat membatasi ruang tumbuh yang tersedia bagi *Aspergillus* sp. Interaksi berupa pertumbuhan koloni yang saling membatasi pada metode *dual culture* dapat digunakan sebagai indikator adanya kemampuan antagonistik antar cendawan (Safari *et al.*, 2022).

Mekanisme Mikoparasitisme

Hasil pengamatan mikroskopis menunjukkan adanya interaksi langsung antar hifa berupa lilitan hifa (*hyphal coiling*) *Curvularia* sp. terhadap hifa *Aspergillus* sp. Pelilitan dan penetrasi hifa merupakan bentuk interaksi yang dapat terjadi pada mekanisme mikoparasitisme antar cendawan (Musrifah *et al.*, 2026). Selain itu, ditemukan indikasi penetrasi atau penusukan hifa yang menyebabkan perubahan struktur hifa jamur target. Interaksi tersebut mengarah pada mekanisme mikoparasitisme yang berperan dalam proses penghambatan pertumbuhan *Aspergillus* sp.

Mekanisme mikoparasitisme merupakan salah satu bentuk antagonisme yang melibatkan kontak langsung antara hifa jamur antagonis dan hifa jamur target. Interaksi langsung melalui pelilitan hifa dapat menyebabkan terbatasnya perkembangan hifa target dan menjadi salah satu indikator aktivitas antagonistik antara cendawan (Yusnawan *et al.*, 2019). Dengan demikian, adanya *hyphal coiling* dan indikasi penetrasi yang diamati pada penelitian ini menunjukkan bahwa *Curvularia* sp. berpotensi tidak hanya menghambat *Aspergillus* sp. melalui kompetisi ruang dan nutrisi, tetapi juga melalui interaksi langsung dengan hifa jamur target.

Produksi Metabolit Antifungi

Aktivitas antagonisme yang ditunjukkan oleh *Curvularia* sp. juga diduga dipengaruhi oleh

produksi metabolit bioaktif yang bersifat antifungi. Menurut Mehta & Meena (2022), beberapa spesies *Curvularia* diketahui menghasilkan metabolit bioaktif yang memiliki aktivitas antimikroba dan antifungi terhadap mikroorganisme lain.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Bunbamrung *et al.* (2018) yang melaporkan bahwa metabolit yang dihasilkan *Curvularia* sp. mampu menghambat pertumbuhan *Aspergillus* sp. secara *in vitro*. Adanya kesamaan hasil tersebut memperkuat dugaan bahwa metabolit sekunder yang dihasilkan *Curvularia* sp. berperan penting dalam mekanisme antagonisme terhadap *Aspergillus* sp.

Potensi *Curvularia* sp. sebagai Agen Antagonis

Kemampuan *Curvularia* sp. dalam menghambat hingga menyebabkan kerusakan koloni *Aspergillus* sp. menunjukkan adanya interaksi antagonistik yang kuat antara kedua isolat. Penghambatan yang terjadi hingga hari ke-10 inkubasi memperlihatkan bahwa *Curvularia* sp. memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai agen pengendali hayati terhadap jamur patogen atau jamur kontaminan pangan. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Putri *et al.* (2024) yang menunjukkan bahwa *Curvularia* sp. memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *Aspergillus flavus* melalui metode *dual culture*.

Adanya indikasi penetrasi hifa dan perubahan struktur hifa *Aspergillus* sp. menunjukkan bahwa interaksi antar isolat tidak hanya berkaitan dengan kompetisi terhadap ruang tumbuh dan nutrisi, tetapi juga melibatkan interaksi langsung pada hifa jamur target. Interaksi antagonistik antara cendawan dapat terjadi melalui beberapa mekanisme, seperti kompetisi, antibiosis, dan mikoparasitisme, yang menyebabkan pertumbuhan jamur target menjadi terhambat (Khulillah *et al.*, 2020). Berdasarkan hasil tersebut, *Curvularia* sp. berpotensi dimanfaatkan dalam pengendalian biologis yang lebih ramah lingkungan dibandingkan penggunaan fungisida kimia.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa *Curvularia* sp. mampu menghambat pertumbuhan *Aspergillus* sp. secara *in vitro* menggunakan metode kultur ganda (*dual culture*). Aktivitas antagonisme ditunjukkan melalui terbentuknya zona interaksi,

penghambatan pertumbuhan koloni, serta tidak berkembangnya koloni *Aspergillus* sp. pada hari ke-10 inkubasi. Pengamatan mikroskopis menunjukkan adanya interaksi antar hifa berupa lilitan hifa dan dugaan penetrasi hifa oleh *Curvularia* sp. terhadap jamur target. Mekanisme antagonisme diduga terjadi melalui kompetisi ruang dan nutrisi, produksi metabolit antifungi, serta aktivitas mikoparasitisme.

Hasil penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah berupa informasi mengenai potensi *Curvularia* sp. sebagai agen hayati antagonis terhadap jamur kontaminan pangan, khususnya *Aspergillus* sp. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan pengendalian hayati yang lebih aman dan ramah lingkungan dibandingkan penggunaan fungisida sintetis. Secara ekonomi, pemanfaatan agen hayati berpotensi mengurangi kerugian akibat kerusakan bahan pangan serta menekan penggunaan bahan kimia sintetis dalam penyimpanan dan pengelolaan hasil pertanian.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan penyertaan-Nya sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dan diselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada seluruh tim penelitian atas kerjasama, dukungan, serta kontribusi yang telah diberikan selama proses pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak Laboratorium Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya yang telah memberikan fasilitas, sarana, dan dukungan selama kegiatan penelitian berlangsung. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam pelaksanaan dan penyelesaian penelitian ini.

Referensi

- Andriani, V., Ajiningrum, P. S., & Hanifah, R. P. (2025). Antagonistic activity of *Pseudomonas fluorescens* against *Curvularia* sp. causing leaf spot disease in maize. *STIGMA: Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Unipa*, 18(1), 21–28.
<https://jurnal.unipasby.ac.id/stigma/article/view/10320>

- Bunbamrung, N., Intaraudom, C., Dramaee, A., Boonyuen, N., Chanthaket, R., Rachtaewee, P., & Pittayakhajonwut, P. (2018). Antagonistic metabolites produced by the fungus *Curvularia* sp. BCC52426 against *Aspergillus* sp. BCC51998. *Phytochemistry Letters*, 26, 33–37. <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2018.05.009>
- Burhanuddin, I. R., Arisanti, D., & Basarang, M. (2019). Identifikasi *Aspergillus* sp. pada roti mantao yang diperjualbelikan di Kota Makassar. *Jurnal Medika*, 4(2), 14–17. <https://doi.org/10.53861/jmed.v4i2.168>
- Cezar, P., Tatiane, C., Silva, C., Nunes, S., Vicentini, C., Pereira, R., & Júnior, L. (2024). Strategies for managing fungicide resistance in the Brazilian tropical agroecosystem: Safeguarding food safety, health, and the environmental quality. *Tropical Plant Pathology*, 49(1), 36–70. <https://doi.org/10.1007/s40858-023-00632-2>
- Douglas, A. P., Smibert, O. C., Bajel, A., Halliday, C. L., Lavee, O., McMullan, B., Yong, M. K., Hal, S. J. Van, & Chen, S. C. (2021). Consensus guidelines for the diagnosis and management of invasive aspergillosis. *Internal Medicine Journal*, 51, 143–176. <https://doi.org/10.1111/imj.15591>
- Fauriah, R., Djaya, E., Djaenuddin, N., Muis, A., & Nonci, N. (2023). Potential of endophytic fungi as a pathogenic biocontrol agent and growth promoters in corn seedlings. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 33, Article 83. <https://doi.org/10.1186/s41938-023-00728-6>
- Fenta, L., & Mekonnen, H. (2024). Microbial biofungicides as a substitute for chemical fungicides in the control of phytopathogens: Current perspectives and research directions. *Scientifica*, 2024, 5322696. <https://doi.org/10.1155/2024/5322696>
- Guo, Z., Amenyogbe, M. K., Chen, S., & Rashad, Y. M. (2025). Morphological and phylogenetic analyses reveal two novel species of *Curvularia* (Pleosporales, Pleosporaceae) from southern China. *MycKeys*, 120, 139–156. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.120.156570>
- Khulillah, I. N., Sastrahidayat, I. R., & Sektiono, A. W. (2020). Isolasi dan uji antagonis jamur filoplen terhadap antraknosa (*Colletotrichum* sp.) pada tanaman anthurium bunga (*Anthurium andraeanum*). *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan)*, 8(1), 16–21. <https://jurnalhpt.ub.ac.id/index.php/jhpt/article/view/288>
- Lahlali, R., Ezrari, S., Radouane, N., Kenfaoui, J., Esmaeel, Q., El Hamss, H., Belabess, Z., & Ait Barka, E. (2022). Biological control of plant pathogens: A global perspective. *Microorganisms*, 10(3), 596. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10030596>
- Lu, W. C. X., & Qi, J. B. X. (2020). *Curvularia spicifera* and *Curvularia muehlenbeckiae* causing leaf blight on *Cunninghamia lanceolata*. *Plant Pathology*, 1139–1147. <https://doi.org/10.1111/ppa.13198>
- Mahata, P. K., Dass, R. S., & Pan, A. (2022). Substantive morphological descriptions, phylogenetic analysis and single nucleotide polymorphisms of *Aspergillus* species from *Foeniculum vulgare*. *Frontiers in Microbiology*, 13, 832320. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.832320>
- Marin-Felix, Y., Hernández-Restrepo, M., & Crous, P. W. (2020). Multi-locus phylogeny of the genus *Curvularia* and description of ten new species. *Mycological Progress*, 19(6), 559–588. <https://doi.org/10.1007/s11557-020-01576-6>
- Mehta, T., & Meena, M. (2022). Bioactive compounds of *Curvularia* species as a source of various biological activities and biotechnological applications. *Frontiers in Microbiology*, 13, 1069095. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1069095>
- Musarofah, N., Kusumastuti, H. N., Putri, C. A. R. A., Firdaus, A. D. S., & Kasiamdari, R. S. (2026). Uji antagonisme jamur kandidat agen biokontrol terhadap *Fusarium oxysporum* pada bawang merah secara *in vitro*. *Jurnal Agrotek Tropika*, 14(1). <https://doi.org/10.23960/jat.v14i1.11348>
- Nazri, N. M., Zaini, N. M., Aris, A., Hasan, Z. A. E., Abd Murad, N. B., Yusof, M. T., & Zainudin, N. M. (2020). Isolation and identification of microfungi from soils in Serdang, Selangor, Malaysia. *Studies in Fungi*, 5(1), 6–16. <https://doi.org/10.5943/sif/5/1/2>

- Okechukwu, V. O., Adelusi, O. A., Kappo, A. P., Njobeh, P. B., & Mamo, M. A. (2024). Aflatoxins: Occurrence, biosynthesis, mechanism of action and effects, conventional/emerging detection techniques. *Food Chemistry*, 436, 137775. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137775>
- Putri, A. M., Sari, N., & Heiriyani, T. (2024). The inhibition of *Aspergillus flavus* by endophytic fungi isolated from calabash tree (*Crescentia cujute* L.) in vitro. *Agritech: Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto*, 26(1), 1–6. <https://doi.org/10.30595/agritech.v26i1.18985>
- Rangel, L. I., Hamilton, O., De Jonge, R., & Bolton, M. D. (2021). Fungal social influencers: Secondary metabolites as a platform for shaping the plant-associated community. *The Plant Journal*, 632–645. <https://doi.org/10.1111/tpj.15490>
- Rodrigo, S., García-Latorre, C., & Santamaria, O. (2021). Metabolites produced by fungi against fungal phytopathogens: Review, implementation and perspectives. *Plants*, 11(1), 81. <https://doi.org/10.3390/plants11010081>
- Safari Motlagh, M. R., Jahangiri, B., Kulus, D., Tymoszyk, A., & Kaviani, B. (2022). Endophytic fungi as potential biocontrol agents against *Rhizoctonia solani* JG Kühn, the causal agent of rice sheath blight disease. *Biology*, 11(9), 1282. <https://doi.org/10.3390/biology11091282>
- Sakdiyah, H. (2020). *Uji antagonis Trichoderma harzianum terhadap fungi penyebab penyakit bercak daun kelapa sawit secara in vitro* [Doctoral dissertation, UIN Sultan Syarif Kasim Riau].
- Tjampakasari, C. R., Agustini, R., Baihaki, I., Noor, S., & Bustami, A. (2024). Kultur slide sebagai metode mikroskopik tidak langsung untuk identifikasi jamur kapang. *Jurnal Sehat Indonesia (JUSINDO)*, 6(1), 201–210. <https://www.academia.edu/download/118817723/287.pdf>
- Yazid, S. N. E., Tajudin, N. I., Razman, N. A. A., Selamat, J., Ismail, S. I., Sanny, M., & Samsudin, N. I. P. (2023). Mycotoxigenic fungal growth inhibition and multi-mycotoxin reduction of potential biological control agents indigenous to grain maize. *Mycotoxin Research*, 39(3), 177–192. <https://doi.org/10.1007/s12550-023-00484-4>
- Yusnawan, E., Inayati, A., & Baliadi, Y. (2019). Isolation of antagonistic fungi from rhizospheres and its biocontrol activity against different isolates of soil borne fungal pathogens infected legumes. *Biodiversitas*, 20(7), 2048–2054. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200735>